Nicht für den Prüfling bestimmt

I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCGO und Abiturerlass in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzen sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzen									
	F1	F2	E1	E2	E3	K1	K2	K3	B1	B2
1	X							X		
2.1		X				X				
2.2		X								
3.1		X								
3.2		X								
3.3		X								
4.1		X								
4.2				X		X		X		
4.3		X								

Inhaltlicher Bezug
Q3: Quanten- und Atomphysik
verbindliche Themenfelder: Eigenschaften von Quantenobjekten (Q3.1)

II Lösungshinweise und Bewertungsraster

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, sind ebenso zu akzeptieren. Bei den Ergebnissen numerischer Rechnungen ist zu berücksichtigen, dass in der Physik Messwerte und sich daraus ergebende Rechenergebnisse immer nur im Rahmen der Messgenauigkeit korrekt sind und gerundete Werte darstellen. Geringe Abweichungen von den in den Lösungshinweisen angegebenen Werten sind daher zu akzeptieren.
Bei den unten angegebenen Lösungen werden für Naturkonstanten die im Taschenrechner vorhandenen Werte verwendet. Zwischen- und Endergebnisse sind sinnvoll gerundet angegeben.
Für weitere Rechnungen mit diesen Zwischenergebnissen werden nicht die gerundeten, sondern die im Taschenrechner gespeicherten Werte verwendet, damit Rundungsungenauigkeiten nicht kumulieren.

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
1	Beschreiben: Beim Fotoeffekt werden durch Bestrahlung mit Licht Elektronen aus Metalloberflächen gelöst.	2
	Erläutern und angeben: Die Graphen zeigen die maximale Energie der Fotoelektronen als Funktion der Frequenz des eingestrahlten Lichts für zwei verschiedene Metalle. Die Punkte A_1 und A_2 markieren jeweils die Grenzfrequenz für die beiden Metalle, unterhalb derer keine Elektronen ausgelöst werden (gestrichelte Abschnitte der Graphen). Die Punkte B_1 und B_2 markieren die jeweilige negative Austrittsenergie, die aufgebracht werden muss, um die Elektronen aus dem Metall zu lösen. Die Steigung der Geraden ist gleich dem Planck'schen Wirkungsquantum *h*.	4
	Erläutern: Gemäß Einsteins Deutung wechselwirkt Licht quantenhaft mit Metalloberflächen. Nur wenn die Energie eines Photons größer oder gleich der Austrittsenergie ist, kann ein Elektron ausgelöst werden. Energie wird in Quanten der Größe $h \cdot f$ übertragen. Somit ist die Energie eines Photons proportional zu seiner Frequenz, der Proportionalitätsfaktor ist *h*. Die durch die Austrittsenergie verminderte Energie des Photons überträgt sich als kinetische Energie auf das Elektron.	3
2.1	Bestimmen: $\lambda = \frac{h \cdot c}{E_\mathrm{B}} = \frac{h \cdot c}{2{,}227\,\mathrm{MeV}} = \frac{h \cdot c}{3{,}57 \cdot 10^{-13}\,\mathrm{J}} = 5{,}57 \cdot 10^{-13}\,\mathrm{m}$ Zum Auslösen des Kernfotoeffekts bei Deuterium benötigt man Gammastrahlung.	4
2.2	Berechnen: $m_\mathrm{n} \cdot c^2 + m_\mathrm{p} \cdot c^2 - E_\mathrm{B} = m_\mathrm{D} \cdot c^2$ $\Rightarrow m_\mathrm{n} = m_\mathrm{D} - m_\mathrm{p} + \frac{E_\mathrm{B}}{c^2}$ $= 3{,}344 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg} - 1{,}673 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg} + \frac{3{,}568 \cdot 10^{-13}\,\mathrm{J}}{c^2} = 1{,}675 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg}$	4
3.1	Zeigen: Es gilt $m = \rho \cdot V$ und für eine Kugel $V_\mathrm{K} = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$. $m = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot \left(\frac{d_\mathrm{Staub}}{2}\right)^3 = 2500\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot \left(10^{-6}\,\mathrm{m}\right)^3 = 1{,}05 \cdot 10^{-14}\,\mathrm{kg}$	4
3.2	Berechnen: $\Delta p = m \cdot \Delta v = 1{,}05 \cdot 10^{-14}\,\mathrm{kg} \cdot 500\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 5{,}24 \cdot 10^{-12}\,\frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s}}$ $n = \frac{\Delta p}{p_\mathrm{Ph}} = \frac{\Delta p \cdot \lambda}{h} = \frac{5{,}24 \cdot 10^{-12}\,\frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s}} \cdot 633 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{m}}{h} = 5 \cdot 10^{15}$	6

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
3.3	Untersuchen: Der Laser muss in einer Sekunde $N = n \cdot \frac{A_{\text{Strahl}}}{A_{\text{Staub}}} = n \cdot \frac{\pi \cdot r^2_{\text{Strahl}}}{\pi \cdot r^2_{\text{Staub}}} = 5 \cdot 10^{15} \cdot \frac{\left(5 \cdot 10^{-4}\,\text{m}\right)^2}{\left(10^{-6}\,\text{m}\right)^2} = 1{,}25 \cdot 10^{21}$ Photonen emittieren.	3
	Die hierzu benötigte elektrische Leistung beträgt $P = \frac{N \cdot E_{\text{Photon}}}{t} : 0{,}1\% = \frac{N \cdot h \cdot c}{t \cdot \lambda} : 0{,}1\% = \frac{1{,}25 \cdot 10^{21} \cdot h \cdot c}{1\,\text{s} \cdot 633 \cdot 10^{-9}\,\text{m}} : 0{,}001 = 390\,\text{kW}$.	3
4.1	Berechnen: $\lambda = \frac{h}{m_{\text{n}} \cdot v} \quad \Rightarrow \quad v = \frac{h}{m_{\text{n}} \cdot \lambda} = \frac{h}{m_{\text{n}} \cdot 26{,}6 \cdot 10^{-12}\,\text{m}} = 14900\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$	3
4.2	Erklären: $\frac{s}{\lambda}$ ist die Anzahl der Wellenlängen, die in die Strecke $\overline{\text{BD}}$ passen, $\frac{s}{\lambda'}$ ist die Anzahl der Wellenlängen, die in die Strecke $\overline{\text{CE}}$ passen. Ein Interferenzmaximum tritt auf, wenn sich diese Anzahlen um ganze Zahlen unterscheiden.	3
	Erläutern: (1) Die potenzielle Energie eines Neutrons in der Höhe *r* ergibt sich als Differenz seiner anfänglichen kinetischen Energie und seiner kinetischen Energie in der Höhe *r*. (2) Die Formel für die kinetische Energie wird eingesetzt. (3) Die Geschwindigkeit des Neutrons wird mithilfe seiner De-Broglie-Wellenlänge ausgedrückt. (4) h^2 sowie $\frac{1}{m_{\text{n}}^2}$ werden ausgeklammert und die Terme vor und in der Klammer mit s^2 erweitert. (5) $\frac{s}{\lambda'}$ wird durch $\frac{s}{\lambda} - k$ mit $k = 1$ ersetzt. (6) Der zweite Term in der Klammer wird als binomische Formel aufgelöst und mit dem ersten Term zusammengefasst. (7) Die De-Broglie-Wellenlänge der Neutronen ist sehr klein im Vergleich zur Strecke *s*. Daher ist der Quotient $\frac{s}{\lambda}$ viel größer als 1 und man kann nähern $\left(2\frac{s}{\lambda} - 1\right) \approx 2\frac{s}{\lambda}$. Der Term wird vereinfacht.	7
4.3	Berechnen: $E_{\text{pot}} = m_{\text{n}} \cdot g \cdot r = \frac{h^2}{m_{\text{n}} \cdot s \cdot \lambda}$ $\Rightarrow \quad \lambda = \frac{h^2}{m_{\text{n}}^2 \cdot g \cdot r \cdot s} = \frac{h^2}{m_{\text{n}}^2 \cdot g \cdot 0{,}015\,\text{m} \cdot 0{,}04\,\text{m}} = 26{,}6\,\text{pm}$	4
	Summe	**50**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO bzw. des Abzugs nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt. Der prozentuale sprachliche Anteil nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO wird auf 20 % festgesetzt.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Im Fach Physik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung je eines Vorschlags aus den Aufgabengruppen A und B, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45 % der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75 % der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1	3	6		**9**
2	3	5		**8**
3	4	5	7	**16**
4	5	9	3	**17**
Summe	**15**	**25**	**10**	**50**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.